ACADÉMIE ROYALE DE BRUXELLES.

(Extrait du tom. IX, n° 3, des Bulletins.)

NOTICE

SUR LA

THÉORIE DE LA PILE VOLTAÏQUE,

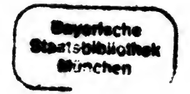
PAR

M. MARTENS,

Membre de l'académie royale de Bruxelles.

A l'occasion d'un travail sur les procédés de dorage par courants électriques, récemment présenté à l'institut de France, M. Becquerel a émis quelques considérations générales sur l'origine de l'électricité voltaïque, qui se rapportent au sujet que j'ai traité dans ma dernière notice *Sur la passivité des métaux et la théorie de la pile de Volta*, insérée dans le *Bulletin de l'académie* du 6 nov. 1841. D'après le physicien français, la théorie du contact métallique serait en contradiction avec une foule de faits, découverts depuis quelque temps, qui tous viendraient dé-

*



poser en faveur de la théorie chimique. Il est bien extraordinaire que M. Becquerel se soit borné à une assertion aussi générale, et n'ait point cité les faits inconciliables, suivant lui, avec la théorie du contact, lorsqu'on songe que les physiciens les plus distingués de l'Allemagne, Pfaff, Poggendorff, Jacobi, etc., sont loin de partager son opinion à ce sujet. Moi-même, je crois avoir montré qu'en modifiant légèrement la théorie du contact métallique d'après les faits récemment découverts relativement à la *passivité* des métaux, cette théorie satisfait bien mieux à l'explication des phénomènes offerts par les couples voltaïques, que la théorie chimique, que j'ai constatée être en défaut dans plusieurs cas. Aussi je ne crains point d'affirmer qu'aucun des faits publiés jusqu'ici, n'est de nature à renverser la théorie du contact, telle que je l'ai présentée dans ma précédente notice. M. Becquerel assure, à la vérité, que, pour mettre hors de doute l'exactitude de la théorie chimique, il suffit de prouver que l'action chimique, abstraction faite de toute influence de contact, peut produire des courants galvaniques, et cite à cet effet une belle expérience de son fils, qui constate ce phénomène; mais l'influence de l'action chimique, comme cause productrice d'électricité, n'a jamais été niée par les partisans de la théorie du contact, pas plus que celle de la chaleur, de la pression, etc. Ceux-ci ne prétendent qu'une chose, c'est que le contact de deux métaux, convenablement choisis, ou de deux parties d'un même métal, placées dans des conditions physiques différentes, peut développer de l'électricité *sans le concours de l'action chimique*, et que c'est à ce contact qu'il faut principalement rapporter l'électricité des piles galvaniques. Les faits qui appuient cette manière de voir sont extrêmement nombreux, surtout depuis qu'on



a étudié les curieux phénomènes, dits de *passivité*, que nous offrent le fer et d'autres métaux dans leur contact avec divers corps. Je me contenterai d'ajouter le fait suivant à ceux que j'ai déjà publiés. On sait que lorsqu'on plonge dans de l'acide nitrique à 36° le bout d'un fil de fer, qu'on a rendu *passif*, celui-ci reste sans action sur l'acide, et que, si on recourbe ensuite dans l'acide, près du bout passif, l'extrémité du fil *non préparée*, celle-ci est également préservée de toute action de l'acide; et cependant un courant galvanique s'est établi; et c'est même ce courant, comme je l'ai reconnu, qui rend passif le bout du fil qui n'avait point été préparé; car, en éloignant suffisamment les deux bouts l'un de l'autre, pour empêcher le courant de s'établir, le bout non préparé se trouve attaqué par l'acide. Ici donc le courant, loin d'être produit par une action chimique, empêche au contraire celle-ci de s'établir, et l'acide lui-même, qui livre passage au courant, ne subit point dans ce cas de décomposition, eu égard à la grande faiblesse de ce courant galvanique. Je crois inutile de citer d'autres faits pour prouver que l'électricité de contact ne saurait pas constamment être rapportée à une action chimique; je renvoie, à cet effet, à ma précédente notice et à mon *Mémoire sur la pile galvanique*. Je ferai cependant observer qu'il est inexact de dire, avec M. Becquerel, qu'une pile ne saurait se charger, ni offrir de tension électrique, que pour autant qu'elle est chargée avec un liquide qui puisse agir chimiquement sur l'un des métaux dont elle se compose. S'il en était ainsi, une pile de zinc et de platine, isolée, ou dont un des pôles communique avec le sol, ne devrait jamais offrir de tension électrique lorsqu'elle est chargée avec des solutions de sulfate de zinc ou de sel marin, qui n'exercent aucune action chimi-

que ni sur le zinc, ni sur le platine; or, on sait que le contraire a lieu, et si, lors de la communication des pôles de la pile, le zinc des couples se trouve oxydé, c'est évidemment par l'effet du courant lui-même, qui doit décomposer le liquide placé dans les auges de la pile, et transporter l'oxygène sur l'élément positif zinc. Nous pourrions encore citer ici les piles sèches de Zamboni, qui se chargent d'électricité sans qu'il se manifeste la moindre action chimique. Les partisans de la théorie du contact ont d'ailleurs montré par plusieurs faits, qu'il est facile d'obtenir de l'électricité *statique* par le contact de corps hétérogènes, sans la moindre intervention de l'action chimique. Pour échapper à cette difficulté, les adversaires de cette théorie ont imaginé une explication bien singulière, c'est que lorsque deux corps, ayant de l'affinité l'un pour l'autre, sont en contact, il peut arriver, dit M. Becquerel, que l'action des forces chimiques commençant à agir, trouble l'équilibre des molécules *sans qu'il y ait combinaison,* et met en liberté une très-petite quantité d'électricité (*L'Institut,* 10 février 1842). Ainsi, d'après les partisans de la théorie chimique, toutes les fois que le développement d'électricité au contact des corps n'est pas accompagné d'une action chimique sensible, il faudrait l'attribuer à une action chimique *latente* ou plutôt à un changement d'équilibre des molécules, que rien ne manifeste. Une telle manière de raisonner est contraire à toutes les règles de la logique. L'admettre, c'est évidemment introduire dans le champ de la physique l'intervention des causes occultes, c'est déclarer qu'il y a des actions chimiques là où il n'y a aucun effet chimique produit.

M. Becquerel annonce encore, à l'appui de la théorie chimique, que le sens du courant dans les piles dépend

toujours de l'élément qui est le plus attaqué chimiquement par le liquide dont la pile est chargée. Mais ce n'est pas là un fait constant, ainsi que M. De la Rive lui-même l'a observé (*Recherches sur la cause de l'électricité voltaïque*, pag. 38-49). Au reste, on comprend facilement dans la théorie du contact, que, lorsque le courant est établi dans une pile, c'est généralement le métal positif qui doit s'attaquer le plus fortement par l'électrolyte décomposé sous l'influence du courant, puisque c'est vers ce métal que se transporte, par l'action de la pile, l'élément électro-négatif de l'électrolyte décomposé. Ainsi, l'action chimique plus forte, éprouvée par le métal positif de la pile de la part du liquide dont elle est chargée, n'est pas la cause de la direction du courant, comme on le prétend; mais elle n'en est que l'effet. La direction du courant dans les piles ne dépend, comme je crois l'avoir prouvé dans ma précédente notice, que du contact métallique et des modifications que le contact du liquide conducteur peut imprimer à la qualité électro-motrice des métaux qu'il baigne. On explique facilement ainsi comment on peut changer le sens du courant d'une pile en changeant convenablement le liquide conducteur dont elle est chargée.

M. Becquerel affirme aussi que la théorie du contact ne saurait rendre raison de l'énorme quantité d'électricité en mouvement que peut produire un seul élément galvanique, eu égard à la faible tension de l'électricité produite par le contact; mais cette difficulté n'en est pas une, comme je l'ai montré dans mon *Mémoire sur la pile galvanique*, p. 25; et on conçoit, en effet, que la cause du développement de l'électricité subsistant toujours tant que le contact a lieu, il est clair que si l'électricité s'écoule au fur et à mesure de sa production, la quantité développée en un temps assez court

peut être très-considérable, quoique sa production à chaque instant soit très-faible.

Il n'est pas inutile peut-être de faire remarquer ici que, tout en admettant la théorie de Volta au sujet du développement de l'électricité par simple contact de corps hétérogènes, on n'est pas tenu pour cela d'adopter également ses vues sur la théorie de la pile, c'est-à-dire sur la manière dont la charge électrique s'y établit. On sait que, pour expliquer les puissants effets électriques qui résultent de la réunion en pile de plusieurs couples galvaniques, ce savant physicien a eu recours à une hypothèse gratuite (1), d'après laquelle l'état électrique des couples intermédiaires d'une pile devait concourir à former l'état électrique des couples extrêmes; de sorte que l'électricité de chaque élément métallique allait, jusqu'à un certain point, s'ajouter à celle de tous les autres. Cette hypothèse, longtemps admise en physique, est tout à fait inutile pour expliquer le jeu de la pile, comme l'a montré en premier lieu M. De la Rive; elle est même contraire aux faits, puisque la tension électrique aux pôles d'une pile isolée est, d'après les expériences du physicien de Genève, en raison inverse de la conductibilité électrique du liquide dont elle est chargée; ce qui tend à montrer que la tension électrique des couples extrêmes ne dépend que de l'électricité qui a pu s'y développer, et non de celle qui aurait pu y arriver des couples intermédiaires, cas auquel tout ce qui facilite ce transport du fluide électrique devrait augmenter la tension aux pôles.

De même dans une pile close, l'électricité qui circule

---

(1) Cette hypothèse est celle de la différence constante qui, d'après Volta, doit exister entre les états électriques de deux métaux contigus, quelle que soit l'électricité qui leur ait été transmise par communication.

soit par le conducteur externe, soit par le liquide conducteur interne dans chaque auge de la pile, est exclusivement produite par les couples métalliques entre lesquels elle circule, sans que celle des autres couples vienne s'y ajouter ou la renforcer directement; de sorte que le courant général d'une pile n'est que l'ensemble des courants partiels, tout à fait distincts, qui se manifestent entre les divers couples séparés l'un de l'autre soit par l'électrolyte, soit par le conducteur externe. Pour s'en convaincre, il suffit, comme je l'ai exposé dans mon *Mémoire sur la pile galvanique,* de considérer une pile dont les éléments sont disposés en cercle d'une manière symétrique, et qui offre entre tous ses couples le même liquide conducteur. Ici il n'y a évidemment pas de raison pour rapporter les pôles de la pile plutôt à l'un qu'à l'autre couple métallique, c'est-à-dire qu'il n'y a nulle part des pôles, ou que tous les couples sont respectivement dans le même état électrique, et qu'ainsi il n'y a pas d'adjonction réelle de l'électricité de l'un des couples à celle des autres couples du système. On conçoit, au reste, qu'il doit en être ainsi, puisque l'action électromotrice étant partout la même, doit produire partout le même développement d'électricité; et le courant qui se manifeste dans chaque auge, n'est que le résultat de la neutralisation continuelle qui s'opère d'un couple à l'autre, entre les électricités contraires, développées constamment par le contact sur les éléments métalliques hétérogènes. Il y a donc dans chaque auge de la pile un courant pareil, mais distinct de celui des autres auges. L'expérience vient d'ailleurs à l'appui de cette manière de voir; car si les électricités de nom contraire qui se développent constamment à l'intérieur de la pile, ne font que se neutraliser à travers le liquide conducteur, sans con-

courir à former le courant externe, il est clair qu'il doit être indifférent pour le jeu de la pile que le liquide des diverses auges forme un tout *continu;* c'est aussi ce que l'expérience a confirmé. En admettant, au contraire, avec Volta, que les électricités développées sur les divers éléments métalliques doivent se transmettre progressivement d'un couple à l'autre, et qu'elles vont produire une accumulation d'électricités de nom contraire, aux deux extrémités de la pile, il était nécessaire que le liquide de chaque auge fût isolé de celui des auges voisines, sans quoi la charge de la pile devait s'affaiblir par suite de la neutralisation des électricités contraires, s'opérant d'un couple au couple suivant. Si donc la continuité du conducteur liquide n'est pas nuisible à la charge de la pile, c'est que l'électricité développée à l'intérieur de la pile ne concourt pas directement à produire cette charge. Il n'y a qu'un cas où cette continuité de l'électrolyte liquide pourrait présenter de l'inconvénient, c'est lorsqu'il s'agit de faire passer le courant par un mauvais conducteur. On comprend, en effet, que lorsque tous les couples de la pile plongent dans un seul et même bac contenant l'eau acide conductrice, les pôles se trouvant en communication par le liquide acide en question, le courant externe pourrait passer en partie par ce liquide, si l'autre conducteur qu'on lui présente est trop mauvais. Toutefois cette déviation du courant externe ne se fera que très-difficilement, vu que la longueur de la colonne liquide qu'il aurait à traverser la rend mauvais conducteur.

La théorie du contact, convenablement modifiée d'après les données de l'expérience, n'est donc pas, quoi qu'on en dise, en contradiction avec les faits nouvellement découverts; elle permet, au contraire, d'expliquer aisément tous

les phénomènes que la pile nous présente, beaucoup mieux que ne saurait le faire la théorie chimique. Tant que les partisans de cette dernière théorie n'auront pas prouvé que dans une pile *isolée*, ou dont l'un des pôles communique avec le sol, l'électricité produite est nécessairement dépendante d'une action chimique appréciable, on ne sera pas autorisé à attribuer le courant qui s'établit au moment où les pôles sont mis en communication, à l'action chimique qui se manifeste alors à l'intérieur de la pile, puisque ce courant peut être facilement attribué à la même cause qui développe l'électricité dans la pile *isolée*, et que l'action chimique dont il est question doit, d'après la manière dont elle s'opère, être considérée comme un effet du courant lui-même. Il suffit, pour en être convaincu, d'observer ce qui se passe lorsqu'on fait usage des piles de zinc amalgamé et de platine, construites d'après le système de Grove. Aussi longtemps que les pôles de la pile sont hors de communication, tout est en repos à l'intérieur de celle-ci, aucune action chimique ne se manifeste; mais dès que la communication vient à être établie entre les pôles, le repos le plus parfait se change brusquement en une action chimique des plus vives, et lorsqu'on considère que, dans cette action chimique, il y a transport des éléments du corps décomposé dans les diverses auges, vers les pôles respectifs de chaque couple métallique, on ne peut se refuser d'admettre que cette action chimique n'est qu'un résultat du courant électrique, loin d'en être la cause. On explique aisément, d'après cela, comment il se fait que, dans un pile en activité, l'action chimique diminue ou augmente avec l'intensité du courant, et change avec la direction de ce dernier; tous faits qui ont été à tort considérés comme devant prouver l'origine chimique du

courant. J'ai d'ailleurs montré, par mes expériences sur la passivité du fer, qu'on peut obtenir des courants *sans action chimique;* mais ces sortes de courants, à la vérité, ne sauraient être que très-faibles; sans quoi ils produiraient nécessairement la décomposition de l'acide nitrique par lequel ils passent, et l'action chimique se trouverait établie.

On ne doit pas inférer de ce qui précède que je regarde l'action chimique comme tout à fait incapable de produire par elle-même de faibles courants galvaniques; mais ces courants, que j'appellerai *chimico-électriques*, de même que les courants *thermo-électriques* sont généralement plus faibles que les courants produits par le contact de deux métaux très-différents en états électriques. Ils peuvent d'ailleurs se rattacher, au moins en partie, aux courants produits par le contact métallique; car il est probable que l'action chimique doit modifier l'action électro-motrice des métaux sur lesquels elle s'exerce, ou au contact desquels elle se produit, ne fût-ce que par la chaleur qu'elle développe; et de cette modification seule, comme je l'ai montré dans ma précédente notice, il doit souvent résulter un courant galvanique, comme il en résulte un du contact du fer *passif* avec le fer ordinaire. De même, lorsqu'on chauffe l'endroit de jonction ou de soudure de deux métaux différents, formant entre eux un couple trop faible pour être sensiblement actif, la chaleur peut, en modifiant inégalement leur faculté électro-motrice relative, transformer ce couple inactif en un couple puissant ou actif. En effet, quand on considère l'action modificatrice de la chaleur sur la tendance électrique des métaux, il est difficile de ne pas adopter cette explication sur l'origine des courants thermo-électriques.

En résumé, il est évident qu'en tenant compte des modifications que les liquides et autres agents peuvent produire dans les tendances électriques naturelles de certains corps, modifications dont les phénomènes de *passivité* des métaux nous offrent des exemples si remarquables, on n'éprouve plus aucune difficulté d'expliquer par le jeu de la *force électro-motrice* tous les faits qui se rattachent à l'action des piles. L'admission de cette force n'en continuera pas moins cependant à être repoussée par quelques physiciens, parce que, suivant eux, on ne peut admettre l'existence d'une force naturelle dont l'action serait inépuisable, et qui pourrait réaliser le mouvement perpétuel (1), comme si la gravitation n'était pas non plus une force constamment agissante, et qui produit un véritable *mouvement perpétuel* dans les astres. Aussi ce mouvement *serait également* possible à la surface de la terre, s'il pouvait s'y faire sans frottement et sans destruction des corps en mouvement. Au reste, à ceux qui ne peuvent concevoir que le simple contact puisse donner lieu à un développement d'électricité, on peut demander avec raison comment ils conçoivent que le seul contact de l'acide nitrique monohydraté, puisse communiquer au fer et à d'autres métaux des qualités nouvelles, sans avoir exercé sur eux la moindre action chimique ou calorifique. Certes sans l'admission de la force électro-motrice, ou d'une action électrique spéciale s'exerçant au seul contact des corps, ces faits deviennent tout à fait inexplicables. Aussi je ne crains point de dire que tous les phénomènes de passivité des

---

(1) *Annalen der Physik und Chemie Von Poggendorff*, t. 53, p. 369.

métaux, et ceux qui s'y rattachent, sont autant de faits qui déposent en faveur de la théorie du contact, et qui démontrent l'insuffisance de la théorie chimique.

